



Compte tenu de l'évolution des contraintes réglementaires, les industriels sont amenés à trouver des alternatives pour remplacer certains solvants. Toutes les personnes concernées par la prévention des risques professionnels sont impliquées dans la recherche de solutions adaptées à l'ensemble des contraintes. Ces solutions peuvent entraîner des modifications importantes au poste de travail nécessitant de réévaluer la nature et le niveau de risque et d'adapter les mesures de prévention.

Dégraissage des métaux

Choix des techniques et des produits

Cette fiche pratique présente les produits et les techniques utilisables suivies des contraintes réglementaires actuelles. Elle propose enfin une démarche de prévention pour faire face à ces mutations importantes et aider les utilisateurs à choisir le produit et la technique de mise en œuvre les plus adaptés à l'opération spécifique de nettoyage à entreprendre.

LES PRODUITS ET LES TECHNIQUES

Pour le dégraissage chimique, il existe une large variété de produits que l'on peut classer en trois familles :

- les solutions aqueuses,
- les solvants organiques halogénés,
- les solvants organiques non halogénés.

Les principales techniques de mise en œuvre sont les suivantes :

- opération manuelle ou automatique,
- trempage ou pulvérisation,
- application à chaud ou à froid

Pour traiter des pièces de petites dimensions, un procédé mécano-chimique est également applicable. Dans ce type de traitement, les pièces sont agitées au contact d'un abrasif, éventuellement en présence de solutions dégraissantes ou décapantes.

Les solutions aqueuses (lessives ou produits lessiviels aqueux)

Il s'agit de mélanges complexes contenant des phosphates, silicates, hydroxydes, agents

tensio-actifs en solution dans l'eau. La formulation de ces produits est généralement adaptée à l'opération spécifique à réaliser. Les solutions aqueuses sont efficaces pour une majorité de salissures organiques.

Les deux procédés principaux sont l'immersion ou traitement « au trempé » et l'aspersion.

Dans le cas de l'immersion, les pièces peuvent être accrochées sur un support, placées en vrac dans un panier si elles n'offrent pas de possibilité de rétention (présence de cavités) ou mises dans un tonneau rotatif si elles supportent des chocs légers. Les bains sont fréquemment chauffés entre 50 °C et l'ébullition. Cependant, il existe des produits de dégraissage qui agissent à basse température. L'immersion a lieu en bain mort ou en bain agité. L'agitation est assurée par

différents moyens tels qu'un agitateur mécanique, une pompe de circulation, l'injection d'air comprimé ou l'action des ultrasons.

Dans le cas de l'aspersion, la solution dégraissante est projetée sur les pièces dans des installations fixes telles que des enceintes ou des tunnels sous une pression de 1 à 4 bar, à une température voisine de 60 °C. L'aspersion peut se faire également à la lance avec de la lessive seule ou par projection mixte de vapeur et de lessive sous 30 ou 40 bar.

Après traitement il est souvent nécessaire de sécher les pièces.

Vis-à-vis de l'environnement, ce mode de dégraissage met en œuvre des volumes importants de bains qu'il est nécessaire de traiter avant rejet.

Les risques pour la santé sont essentiellement liés au caractère caustique ou irritant de ces produits. Le risque est important lors de la manipulation des produits concentrés, en particulier au moment de la préparation des bains où il faut craindre des projections. Les bains à 60 °C et plus émettent des aérosols alcalins irritants pour les voies respiratoires.

Les mesures de prévention à adopter sont les suivantes :

- mettre en place des systèmes d'aspiration si la température du bain est supérieure à 40 °C ou s'il y a formation de brouillards ;
- prévenir les risques de projections ou d'éclaboussures lors de la préparation des bains ou des déplacements de paniers ;
- porter des équipements de protection individuelle (gants, vêtements, écran facial).

Les solvants organiques halogénés

Il s'agit d'hydrocarbures comportant un ou plusieurs atomes d'halogènes, principalement de chlore (Cl), de fluor (F) ou de brome (Br).

Les solvants chlorés sont largement utilisés industriellement. Ils sont d'excellents nettoyants pour les huiles et cires minérales et végétales, les goudrons, les polymères... Ils sèchent rapidement et sont ininflammables. Les plus courants, principalement pour les opérations de dégraissage des métaux, sont les produits suivants :

- tétrachloroéthylène ou perchloroéthylène,
- dichlorométhane ou chlorure de méthylène (produit principalement utilisé en décapage),
- hydrofluoroalcanes (HFA).

Leur mise en œuvre s'effectue à froid ou à chaud, au trempé, en phase gazeuse ou en dégraissage mixte (trempé et phase vapeur). Les ultrasons sont également utilisés pour faciliter l'action des solvants.

Il a été mis en évidence, il y a quelques années, que certains solvants halogénés avaient une action destructrice sur la couche d'ozone, ce qui a amené les autorités environnementales des Nations Unies à interdire la production de plusieurs solvants chlorés dont le 1,1,1-Trichloroéthane (T111) et le 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroéthane (CFC113).

Par ailleurs, les solvants halogénés sont nocifs ou toxiques pour la santé humaine. En cas d'ingestion ou d'exposition par inhalation, aiguë ou chronique, ils peuvent avoir un impact sur le système nerveux et sur des organes comme le foie. Quelques solvants chlorés sont suspectés d'être cancérigènes ou mutagènes, comme le trichloroéthylène par exemple.

Les mesures de prévention à adopter sont les suivantes :

- substituer les solvants halogénés les plus dangereux, si cela est techniquement possible, par des solvants ou des procédés moins dangereux pour la santé des travailleurs ;
- travailler en machines fermées et étanches ;
- ventiler les locaux de travail ;
- éviter le travail manuel, sinon l'effectuer à un poste de travail muni d'un dispositif d'aspiration des vapeurs à leur source d'émission.

Les solvants organiques non halogénés

Ces produits agissent par dissolution ou émulsion. Les solvants hydrocarbonés tels le toluène, le xylène, le white-spirit ou le kérosène avaient été progressivement abandonnés au profit des solvants chlorés. Seuls subsistaient le white-spirit et des hydrocarbures lourds à température d'ébullition au moins égale à 200 °C et à point d'éclair supérieur à 80 °C.

Un retour vers les solvants pétroliers est actuellement amorcé. Ils interviennent le plus souvent dans des compositions en association avec d'autres solvants. Des mélanges d'hydrocarbures et de solvants chlorés sont proposés aux utilisateurs. Des émulsions d'hydrocarbures en milieu aqueux sont également présentées.

Les risques pour l'environnement proviennent de la volatilité de ces solvants dont les vapeurs se retrouvent dans l'atmosphère et réagissent, sous l'effet de la lumière, pour créer de l'ozone et divers composés nocifs. Tous ces polluants présentent des effets plus ou moins néfastes sur la faune et la flore ainsi que sur la santé humaine.

De nombreux produits de cette catégorie sont inflammables. Le personnel appelé à les manipuler est donc exposé directement à des risques d'incendie et d'explosion. De plus, une exposition aiguë ou chronique aux vapeurs de solvants entraînera des troubles

neurotoxiques (atteinte du système nerveux) et psychophysiologiques (insomnie, troubles du comportement...).

Les mesures de prévention à adopter sont les suivantes :

- pour les produits dont le point d'éclair est compris entre 21 °C et 55 °C, l'application à chaud est à proscrire. Pour l'application à froid, il faut limiter le travail manuel, réserver la pratique à des interventions ponctuelles, déconseiller la pulvérisation, éviter l'accumulation de charges électrostatiques, caractériser les zones à risques d'explosion, interdire de fumer, éloigner les postes de tout point chaud et mettre en place des systèmes d'aspiration aux points d'émissions de vapeurs de solvants ;
- pour les produits dont le point d'éclair est supérieur à 55 °C, l'application à chaud doit se faire exclusivement en machine fermée.

LES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES

La santé des salariés

La majorité des solvants a un effet néfaste sur la santé humaine. Les solvants organiques utilisés industriellement sont, pour la plupart, susceptibles de provoquer des maladies professionnelles et apparaissent dans les tableaux des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité sociale. Les tableaux correspondants aux solvants utilisés dans le domaine du dégraissage sont :

- 4 bis** Affections gastro-intestinales provoquées par le benzène, le toluène, les xylènes et tous les produits en renfermant.
- 9** Affections provoquées par les dérivés halogénés des hydrocarbures aromatiques.
- 12** Affections professionnelles provoquées par les dérivés halogénés de certains hydrocarbures aliphatiques.
- 59** Intoxications professionnelles par l'hexane.
- 84** Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel : hydrocarbures liquides aliphatiques ou cycliques saturés ou insaturés et leurs mélanges ; hydrocarbures halogénés liquides ; dérivés nitrés des hydrocarbures aliphatiques ; alcools ; glycols ; éthers de glycol ; cétones ; aldéhydes ; éthers aliphatiques et cycliques, dont le tétrahydrofurane ; esters ; diméthylformamide et diméthylacétamine ; acétonitrile et propionitrile ; pyridine ; diméthylsulfone et diméthylsulfoxyde.

Exemples de valeurs limites d'exposition de solvants dans l'air des lieux de travail
(VME : valeur moyenne d'exposition : valeur moyenne maximale admissible pour 8 h/j)
(VLCT (ou VLE) : valeur limite court terme (ou valeur limite d'exposition) : valeur maximale mesurée sur 15 minutes)

	Dichloro- méthane	Tétrachloro- éthylène	Trichloro- éthylène	Toluène	Méthyléthyl Cétone (MEC)	Vapeurs Hydrocarbures en C ₆ -C ₁₂
VME ppm	50	50	75	100	200	
VME mg/m ³	180	335	405	375	600	1000 ¹
VLCT (ou VLE) ppm	100		200	150	300	
VLCT (ou VLE) mg/m ³	350		1080	550	900	1500

1. Une valeur d'objectif de 500 mg/m³ était prévue par la circulaire du 12 juillet 1993.

Classification CE des substances Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction (CMR)

Catégorie 1 : substances que l'on sait être cancérogènes (R45 ou R49) et/ou mutagènes (R46) et/ou toxiques pour la reproduction (R60 ou R61) pour l'homme.

Catégorie 2 : substances devant être assimilées à des substances cancérogènes (R45 ou R49) et/ou mutagènes (R46) et/ou toxiques pour la reproduction (R60 et/ou R61) pour l'homme.

Catégorie 3 : substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes (R40) et/ou mutagènes (R68) et/ou toxiques pour la reproduction (R62 et/ou R63) possibles, mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante.

Phrases de risques :

R45 « Peut provoquer le cancer »

R49 « Peut provoquer le cancer par inhalation »

R46 « Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires »

R60 « Peut altérer la fertilité »

R61 « Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant »

R40 « Effet cancérogène suspecté – preuves insuffisantes »

R68 « Possibilité d'effets irréversibles »

R62 « Risque possible d'altération de la fertilité »

R63 « Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant »

Des valeurs limites d'exposition professionnelle des salariés sont recommandées pour la prévention des maladies professionnelles. Elles correspondent aux niveaux de concentration de solvant dans l'atmosphère à ne pas dépasser (voir tableau).

Parmi les solvants utilisés en dégraissage, le trichloroéthylène a été classé, par la commission européenne, cancérogène catégorie 2 (R45) et deux autres sont classés en catégorie 3 (R40) ; il s'agit du dichlorométhane et du perchloroéthylène.

Règles particulières de prévention des risques Cancérogènes, Mutagènes et toxiques pour la Reproduction (CMR)

Toute activité susceptible de présenter un risque d'exposition à une substance ou une préparation cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction de catégorie 1 ou 2 doit faire l'objet des règles particulières de prévention (Art. R. 231-56 à R. 231-56-12 du code du travail). En particulier, l'employeur est tenu de réduire l'utilisation d'un agent CMR en le remplaçant dans la mesure où cela est techniquement possible, par un agent ou un procédé moins dangereux pour la santé ou la sécurité du travailleur.

Règles générales de prévention du risque chimique

Lorsque les agents chimiques ne sont pas classés CMR de catégorie 1 ou 2, les mesures générales de prévention du risque chimique s'appliquent (Art. R. 231-54 à R. 231-54-17). Les agents chimiques classés CMR de catégorie 3 sont soumis à ces règles. Elles consistent notamment à éviter les risques, si possible en les supprimant, à les évaluer, à remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou qui l'est moins, à privilégier les mesures de protection collective sur les mesures de protection individuelle, à assurer la formation et l'information des travailleurs.

L'environnement

Certaines réglementations pour la protection de l'environnement visent les objectifs suivants :

- Protéger la couche d'ozone stratosphérique.
- Diminuer l'effet de serre.
- Réduire les polluants photochimiques en particulier l'ozone troposphérique formé à partir des émissions d'oxydes d'azote (NOx) et des composés organiques volatils (COV).



DÉGRAISSAGE DES MÉTAUX

La réglementation « environnement »

■ Règlement (CE) 2037/2000 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

■ Directive européenne 1999/13/CE relative à la réduction des émissions des composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations.

■ Arrêté du 29 mai 2000 portant modification de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau

ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

La réglementation concernant les produits qui appauvrissent la couche d'ozone a abouti, notamment, à l'interdiction de produire, d'importer et d'utiliser certains solvants halogénés : Tétrachlorure de carbone, 1,1,2 Trichloro-1,2,2-trifluoroéthane (CFC113), 1,1,1-Trichloroéthane (T111), Hydrobromofluorocarbures, Hydrochlorofluorocarbures (HCFC) dont le 141b.

Des accords internationaux [protocole de Montréal (1987) amendé à Pékin (1999)] fixent les objectifs de réduction de la production et de l'utilisation des solvants halogénés susceptibles de porter atteinte à la couche d'ozone. Ces accords ont été approuvés par la Communauté européenne. L'action de ces produits est évaluée en fonction d'un facteur appelé potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (ODP). C'est l'oxyde de chlore qui intervient dans le cycle de décomposition de l'ozone.

De même, des règles de réduction de l'émission des composés organiques volatils ont été fixées (protocole de Genève). L'action des COV pour la formation d'ozone troposphérique est appréciée en fonction de la détermination d'un coefficient appelé POCP (Photochemical Ozone Creating Potential).

ÉVOLUTION DES PRODUITS ET DES MACHINES

Les produits

■ Les solutions aqueuses : il est possible de travailler à des températures plus basses avec des produits moins agressifs (au voisinage de la neutralité) en raison de l'amélioration des performances de certaines compositions tensio-actives. Des techniques d'ultrafiltration permettent de récupérer une partie des lessives et de séparer les huiles. L'osmose inverse appliquée aux bains de rinçage permet de récupérer de l'eau purifiée utilisée pour maintenir la concentration des bains et compenser l'évaporation.

L'adjonction de micro-organismes dans les solutions aqueuses permet la dégradation, par réaction enzymatique, des graisses et huiles. Utilisées en fontaine, cuves ou par pulvérisation, ces solutions de biodégraissage nécessitent de prendre des précautions telles que l'utilisation de gants.

■ Les solvants organiques chlorés : leur emploi pour le dégraissage à froid nécessite d'utiliser une machine parfaitement conçue pour émettre le moins de vapeur possible à l'atmosphère et de proscrire l'utilisation de fontaine.

À chaud, les solvants chlorés doivent être utilisés dans des machines étanches.

■ Autres solvants halogénés : de nouvelles substances apparaissent sur le marché pour pallier les restrictions grandissantes (exemple des HFE : hydrofluoroéthers). Ces produits sont ininflammables mais leur pouvoir solvant est généralement faible, et leur toxicité peu connue. Afin de maintenir la salubrité de l'air au poste de travail, l'installation d'un dispositif de ventilation est nécessaire.

■ Les solvants organiques non halogénés : on assiste à un retour des solvants pétroliers mais leurs caractéristiques d'inflammabilité

en font des produits dangereux à utiliser. Certains fournisseurs proposent donc des mélanges de solvants constitués sur la base de coupes pétrolières qui incorporent des solvants halogénés avec d'autres familles de produits tels que les éthers de glycol. La présence de solvant halogéné dans un mélange permet d'augmenter fortement le point d'éclair apparent. On parle alors de « point d'éclair masqué » et il y a risque de formation d'une atmosphère explosive lorsque le mélange s'appauvrit en solvant halogéné au cours de l'utilisation. Les produits liquides qui ne présentent pas de point d'éclair ou dont le point d'éclair est supérieur à 55 °C, qui contiennent un hydrocarbure halogéné et plus de 5 % de substances inflammables ou facilement inflammables doivent porter, selon le cas, l'une des inscriptions suivantes : « Peut devenir inflammable en cours d'utilisation » ou « Peut devenir facilement inflammable en cours d'utilisation ».

■ Les solvants autres que les solvants pétroliers : ce sont des produits tels que les terpènes, les éthers de glycol... Tous ces produits sont visés par le tableau de maladies professionnelles n° 84 relatif aux affections engendrées par les solvants organiques. Certains terpènes (notamment les produits d'extraction du pin) sont de plus visés par le tableau n° 65 relatif aux lésions eczématiformes de mécanisme allergique. Les éthers de glycol sont peu volatils mais agissent sur l'organisme par pénétration percutanée et certains d'entre eux ont des effets toxiques sur l'homme. On trouve aussi sur le marché des agrosolvants (issus d'essences végétales) et des esters dibasiques (DBE) qui nécessitent souvent un rinçage des pièces.

Les machines

Les machines mettant en œuvre ces différentes familles de produits ont également évolué. Les fabricants développent de plus en plus des machines complètement fermées et étanches pendant la phase de traitement. Pour les solvants, la condensation peut se faire à basse température (jusqu'à -40 °C) à l'aide d'un groupe frigorifique.

Normes européennes pour les machines de nettoyage

Des normes de sécurité concernant les machines utilisées pour les opérations de nettoyage des pièces industrielles ont été élaborées en application de la directive européenne sur la sécurité des machines (CEE/89/392).

La norme est divisée en quatre parties :

EN 12921-1 - Exigences générales

EN 12921-2 - Machines utilisant des solutions aqueuses

EN 12921-3 - Machines utilisant des solvants inflammables

EN 12921-4 - Machines utilisant des solvants halogénés

DÉMARCHE DE PRÉVENTION

Généralités

Il faut considérer que l'opération de dégraissage est une opération spécifique qui fait intervenir de nombreux paramètres tels que :

- la nature des pièces,
- le type de salissure,
- le degré de salissure,
- la qualité du nettoyage souhaité,
- le nombre de pièces à traiter,
- les caractéristiques du poste de travail qu'il est possible d'installer.

Pour toute nouvelle opération de dégraissage ou lorsqu'un changement du procédé ou du produit est envisagé, il est nécessaire d'étudier l'ensemble des caractéristiques de l'opération à effectuer de façon à prendre en compte tous les paramètres qui interviennent. Il faut simultanément s'interroger sur les moyens de mise en œuvre possibles et sur le produit utilisable.

Il convient de suivre les principes suivants :

■ Il ne faut pas chercher systématiquement à remplacer un produit par un autre mais il faut au préalable analyser l'opération à effectuer pour orienter le choix du produit et de la technique associée.

■ Il faut s'interroger sur la nécessité réelle du dégraissage.

■ L'emploi d'un produit doit être examiné en liaison avec le mode de mise en œuvre de façon à intégrer l'ensemble des risques pour déterminer les mesures de prévention adaptées (choix des machines, type d'équipement complémentaire, aménagement du poste de travail).

■ Il convient de privilégier le travail en machine fermée et étanche dès que les conditions le permettent, en particulier dès que la série de pièces à traiter est suffisamment importante.

■ Le choix de la famille de produit doit s'effectuer en suivant les conseils indiqués ci-après :

– Lorsque les conditions techniques le permettent, il faut choisir les solutions aqueuses. Dans la mesure du possible, il convient de choisir les produits les moins agressifs (compositions détergentes neutres ou faiblement alcalines) et les températures des bains les plus basses.

– Si les solutions aqueuses ne sont pas utilisables, les solvants inflammables peuvent être envisagés si le risque incendie/explosion est parfaitement maîtrisé (installations et équipements adaptés). Dans ce cas, il faut choisir un solvant ayant un point d'éclair le plus élevé possible (supérieur à 55 °C) et dont la valeur limite d'exposition est la plus élevée possible. L'utilisation de solvants dont le point d'éclair est inférieur à 55 °C doit être réservée pour les applications de dégraissage.

sage de métaux à froid. On peut aussi opter pour les solvants halogénés non étiquetés toxiques à condition d'utiliser des machines étanches maîtrisant efficacement les émissions. De plus, il est indispensable d'évaluer correctement les dangers des solvants. Cette dangerosité peut, en effet, être différente à l'intérieur d'une même famille de produits (cas des éthers de glycol, par exemple).

Dégraissage en machine

Tous les dispositifs nécessaires pour empêcher l'exposition du personnel aux vapeurs de solvants doivent être pris en compte. Dans ce cadre, l'utilisation de machines fermées, équipées de systèmes de condensation fonctionnant avec des groupes frigorifiques se révèle être une solution dans de nombreux cas, en particulier lors de l'utilisation de solvants halogénés.

De plus, pour satisfaire aux exigences environnementales, tous les événements vers l'extérieur peuvent être équipés de traitement des vapeurs résiduelles (utilisation de filtre à charbon actif, par exemple). L'émission au poste de travail et à l'extérieur est ainsi faible.

Pour l'utilisation de solvants organiques non halogénés, le choix de la machine et des équipements annexes doit être étudié avec soin (se reporter à l'ouvrage INRS ED 723 pour l'installation électrique). Il faut privilégier les machines automatiques qui permettent d'éloigner l'opérateur de la source d'émission. L'alimentation automatique des pièces est également préférable.

Pour les installations fonctionnant à froid ou à température relativement basse, la condensation des vapeurs n'est pas réalisable. Il faut que les installations soient munies de capots les plus enveloppants possibles et de couvercles.

Dans tous les cas, le coût du traitement des effluents liquides et gazeux doit être correctement évalué.

Dégraissage manuel

Il convient, avant tout, d'examiner avec soin si l'emploi d'un solvant est indispensable.

En effet, pour un nettoyage courant ne nécessitant pas une qualité de dégraissage particulière, la projection, à chaud ou à froid, d'une solution détergente neutre convient dans un grand nombre de cas.

Pour les petites pièces nettoyées par trempe dans un bac de petite dimension ou à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon, il faut choisir un solvant peu dangereux et peu inflammable.

L'aménagement correct du poste de travail est primordial pour minimiser l'émission de vapeur et le contact cutané. Il faut l'équiper d'un dispositif de captage des vapeurs enveloppant ou d'un dossier aspirant. Il faut aussi équiper l'installation des accessoires adaptés (paniers, pinces, etc.) pour éviter le contact direct des pièces avec la main de l'opérateur.

Des machines fermées, type « boîte à gants », permettant le dégraissage manuel des pièces sont disponibles sur le marché.

CONCLUSION

Quelle que soit la solution choisie, il faut se renseigner sur la composition du produit en consultant sa fiche de données de sécurité qui doit être correctement renseignée (la fiche de données de sécurité doit comporter 16 rubriques). Le médecin du travail doit être consulté lors du choix d'un nouveau solvant ou d'une nouvelle technique de dégraissage.

D'une façon générale, les mesures de prévention du risque chimique à appliquer doivent se référer au code du travail qui précise les points suivants :

- connaissance des produits à l'aide des fiches de données de sécurité,
- assainissement de l'air et entretien des dispositifs de ventilation,
- vérification des valeurs limites d'exposition,
- fourniture de protection individuelle,
- signalisation et information du personnel.

Il convient de privilégier le travail en appareillage clos de façon à limiter l'exposition du personnel et l'inhalation de substances dangereuses.

Les mesures de prévention doivent s'appliquer intégralement sans oublier les opérations telles que le traitement des effluents et des déchets.

Bibliographie

- *Guide de choix et d'utilisation des solvants et dégraissants industriels*. Centre technique des industries mécaniques (CETIM), Aérospatiale, Senlis, 1998.
- *Les maladies professionnelles. Aide-mémoire juridique 19*. TJ 19, INRS, Paris, 2006.
- *Produits chimiques cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. Classification réglementaire*. ED 976, INRS, Paris, 2006.
- *Valeurs limites d'exposition professionnelles aux agents chimiques en France*. ED 984, INRS, Paris, 2006.
- *Les incidences de la directive COV sur la prévention*. Travail et sécurité, septembre 1998, INRS, Paris, pp. 36 à 39.
- *Solvants de dégraissage, critères de choix et mesures de prévention*. ED 95, INRS, Paris, 2001.
- *Machines à dégraisser*. ED 964, INRS, Paris, 2006.
- *Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques*. ED 723, INRS, Paris, 2003.

Auteurs : C. Boust et D. Le Roy,
département ECT/RC
Mise en page : N. Pellieux



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00 • Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr